

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-005348

(43)Date of publication of application : 12.01.1996

(51)Int.Cl.

G01B 11/24

G06T 7/00

G06T 1/00

(21)Application number : 06-137241

(71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD

(22)Date of filing : 20.06.1994

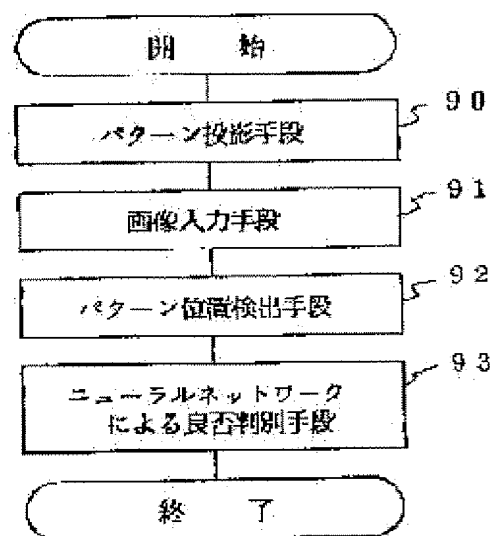
(72)Inventor : NAKAO SHINYA

(54) THREE-DIMENSIONAL SHAPE INSPECTION METHOD

(57)Abstract:

PURPOSE: To determine a reference without spending much time and labor using a plurality of pieces of information even when they are obtained according to a pattern with a surface-shaped pattern and further improve measurement accuracy and obtain height information at a minute position.

CONSTITUTION: A pattern is formed on a target to be inspected by a pattern projection means 90, the image of the target which is subjected to pattern projection by an image input means 91 is digitized and accumulated in an image memory, a pattern position is detected within each pattern detection range by a pattern position detection means 92, the position of a pattern detected by a conformity discrimination means 93 according to a neural network is input, and judgment is made by the neural network with the conformity judgment result as output.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-5348

(43) 公開日 平成8年(1996)1月12日

(51) Int.Cl.⁶ 識別記号 庁内整理番号 F I 技術表示箇所
G 0 1 B 11/24 K
G 0 6 T 7/00
1/00

G 0 6 F 15/ 62 4 0 0
4 1 5

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 9 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平6-137241

(22) 出願日 平成6年(1994)6月20日

(71) 出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72) 発明者 中尾 真也

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

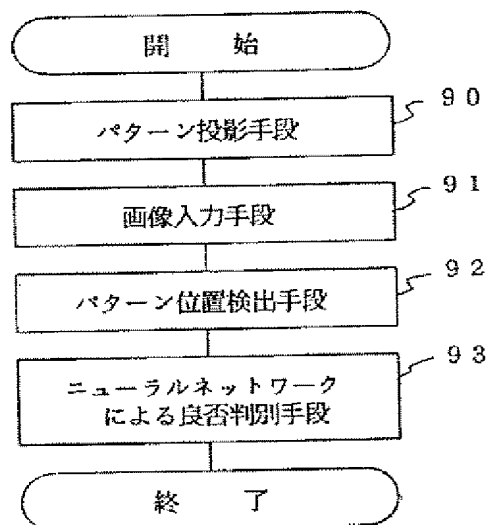
(74) 代理人 弁理士 岡崎 謙秀 (外1名)

(54) 【発明の名称】 3次元形状検査方法

(57) 【要約】

【構成】パターン投影手段(90)により検査対象物上にパターンを形成し、画像入力手段(91)によりパターン投影された対象物の画像をデジタル化して画像メモリに蓄積し、パターン位置検出手段(92)によって、各パターン検出範囲内でのパターン位置検出を行い、ニューラルネットワークによる良否判別手段(93)によって検出されたパターンの位置を入力、良否判定結果を出力とするニューラルネットワークにより判定を行う。

【効果】面状の広がりを持つパターンより複数の情報が得られた場合においても、それを用いて判断を行う基準を手間をかけずに決定することが可能である。またさらに、測定精度がよくかつ細密な位置における高さ情報を得ることも可能となる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 パターン照射手段により被検査物表面にパターンを形成する第一の工程と、視覚センサが前記の被検査物を撮像して出力した映像信号をデジタル化して画像データとする第二の工程と、前記画像データより画像上の特定領域内でのパターンの位置を検査する第三の工程と、前記パターンの位置より被検査物の良否を判別する第四の工程を有し、第四の工程では検査されたパターン位置を入力し、判別結果を出力するニューラルネットワークにより判別を行うことを特徴とする3次元形状検査方法。

【請求項2】 パターン照射手段により被検査物表面にパターンを形成する第一の工程と、視覚センサが前記の被検査物を撮像して出力した映像信号をデジタル化して画像データとする第二の工程と、前記画像データより画像上の特定領域内でのパターンの位置を検査する第三の工程と、前記パターンの位置より被検査物の良否を判別する第四の工程を有し、パターン照射手段は点滅可能な光源とし、点灯させるこの光源を切り替えることによって被検査物上に形成されるパターンの位置を変化させることを特徴とする3次元形状検査方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 この発明は、3次元形状検査方法に関するものである。さらに詳しくは、この発明は、視覚センサを用いて計測される3次元形状をもとに被検査物の良否判定を行うことを特徴とする3次元形状検査方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 従来より様々な分野において3次元での形状検査が行われており、そのための方法についても工夫がなされてきている。従来の検査方法について図面を参照しながら説明すると、まず、図1に例示した機械部品(10)は、検査工程の後の工程で別の機械部品と組み合わせられるものであり、この機械部品(10)に塗布されるグリース(11)は、機械部品相互の摺動部分の潤滑に用いられる。グリース(11)の量が適切でない場合や、塗布される位置がずれていたりすると良好な潤滑が得られず、機械動作時に異音を発する等の不具合が生じる。通常、このグリース(11)はディスペンサ(12)のノズルの先端より供給されるが、塗布量の変化、塗布の位置ずれの原因として、ノズルの詰まりや、ノズルへの気泡の混入、あるいは振動等によるノズル先端の位置ずれ等がある。このため実際の生産工程においては、塗布位置、塗布量の検査を行う必要がある。

【0003】 次に、図2は検査を行う装置を例示したものであるが、検査対象物(20)とテレビカメラ(21)と照明装置(22)と画像処理装置(23)と外部機器(24)とからなっており、照明装置(22)は、検査対象物(20)である塗布物に1本のスリット光を

照射する構造である。また、画像処理装置(23)は、テレビカメラより入力された画像に対して塗布状態の判断を行い、塗布不良の場合はI/Oを通じて外部機器(24)に結果を出力し、それに対して外部機器(24)は再塗布等の処理を行う。図3は、図2に示した画像処理装置(23)に対応する装置(30)であり、カメラからの信号をA/D変換器(31)を通じてデジタル信号に変換し、画像メモリ(32)に蓄積する。画像のデジタル信号は、たとえばカメラの走査線と水平方向に512画素、垂直方向に480画素となるように画素分割を行い、明るくなるに従いその値が大きくなるような離散的な濃淡8ビット(256階調)のデータを持つようにする。すなわち、カメラの走査線に水平、垂直な方向の座標をそれぞれx、yとし、画像左隅の座標(0,0)より右下に移動するに従いx、yのそれぞれの値は大きくなるものとする。このデジタル画像に対してマイコン(33)により処理を行い塗布状態の判定を行う。判定結果はI/O(34)より出力される。

【0004】 マイコンによる処理の概略を示したものが図4である。「パターン検出手段」(40)は図5に示すパターン照射された塗布物の画像内のパターンの位置を検出する工程である。ここでは、特にパターンの位置変化が最大となる点の位置を検出する。検出される点は図5では点Pで表される。テレビカメラと照明装置および塗布物の位置関係が図6に示す状態の場合を考えてみる。図6では、検査対象物(60)、テレビカメラ(61)、照明装置(62)が配置されている。照射面位置が高くなるに従ってパターン位置の移動する方向は、図中の矢印(63)の方向となる。図4の「高さ計算手段」(41)は、前工程で得られたパターンの位置よりパターンの照射されている塗布物の高さを計算する工程である。図6において塗布物のパターン照射部の塗布面からの高さhは塗布物がない状態からのパターン位置の変化量d、テレビカメラと照明装置のなす角 θ を用いて式1で表される。

【0005】

【数1】

$$h = d \cdot \tan \theta \quad (1)$$

【0006】 ここで、 θ は既知であるとみなせるので、前工程で得られているdを用いて式1よりhを計算により求めることができる。同様に図4に示した「良否判別手段」(42)は、前工程で得られた高さhより良否の判別を行う工程である。高さのしきい値としてh1、h2を前もって定めておき、次の式2の条件を満たす場合は良品、それ以外の場合は不良品と判別する。

【0007】

【数2】

$$h1 < h < h2 \quad (2)$$

【0008】 また、「検査基準決定手段」(43)は、

この例では前記の h_1 、 h_2 を決定することとなる。複数の検査対象物を用意して h を測定し、式2に示す良否判別を実行し、判別結果が正しい結果となるように h_1 、 h_2 の大きさを調整する。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら従来の方法では、形状や位置が不定である対象物に対しては点や一本の線上のパターンでは対象物によりパターンが隠される等の影響で情報が失われる場合もある。これらの例を示したものが図7(a)、(b)である。図7(a)はパターンが投影された位置が対象物の高さを十分に表しておらず、また、図7(b)は対象物の変形によって投影パターンが隠されている。投影するパターンは、たとえば図11のように面状に広がっていることが望ましい。しかしながら、面状に広がりを持つパターンにより得られる複数の高さ情報を用いて判断を行うことは、前記の式2のような式で表されるものではなく、複数の情報を複合的に判断する必要があり、正確な判断を行うための定式化は手間がかかり困難である。また、細密な位置における高さ情報を得るためにパターンの間隔を狭くし、かつ高さ測定のダイナミックレンジを広くとった場合、検出パターンと隣り合うパターンの識別ができないという問題点がある。この点を図8を用いて説明すると、高さ測定を行うため移動量の計測を行うパターン

(80)の位置をパターン位置検出範囲(81)の内部にて検出する場合、パターンの移動方向は x で示す方向であるが、パターンの移動量が大きい場合には検出範囲(81)の内部にパターン(80)と隣り合うパターン(82)が入り、このときパターン(82)をパターン(80)として誤検出してしまう。従って、パターンの移動量をできるだけ小さくする必要があり、これには式1にて用いた角度 θ を小さくする必要がある。逆に高さ測定の精度をよくするには、高さ変化に比例するパターンの移動量を測定する視覚センサの測定精度に限度があることよりパターンの移動量を大きくする必要がある。これには θ を大きくせねばならず、両方の条件を兼ね備えることはできない。

【0010】この発明は、以上の通りの事情に鑑みてなされたものであって、従来の3次元形状検査方法の欠点を解消し、対象物体の位置や形状に依存せずに形状の測定ができ、さらに、高さ測定を高精度で行うことが可能な、新しい3次元形状検査方法を提供することを目的としている。

【0011】

【課題を解決するための手段】この発明は、上記の課題を解決するものとして、パターン照射手段により被検査物表面にパターンを形成する第一の工程と、視覚センサが前記の被検査物を撮像して出力した映像信号をディジタル化して画像データとする第二の工程と、前記画像データより画像上の特定領域内でのパターンの位置を検査

する第三の工程と、前記パターンの位置より被検査物の良否を判別する第四の工程を有し、第四の工程では、検査されたパターン位置を入力し、判別結果を出力するニューラルネットワークにより判別を行うことを特徴とする3次元形状検査方法(請求項1)を提供する。またさらに、この発明は、パターン照射手段により被検査物表面にパターンを形成する第一の工程と、視覚センサが前記の被検査物を撮像して出力した映像信号をディジタル化して画像データとする第二の工程と、前記画像データより画像上の特定領域内でのパターンの位置を検査する第三の工程と、前記パターンの位置より被検査物の良否を判別する第四の工程を有し、パターン照射手段は点滅可能な光源とし、点灯させるこの光源を切り替えることによって被検査物上に形成されるパターンの位置を変化させることを特徴とする3次元形状検査方法(請求項2)をも提供する。

【0012】

【作用】請求項1の発明においては、面状の広がりを持つパターンより複数の情報が得られた場合においても、それを用いて判断を行う基準を手間をかけずに決定することが可能である。またさらに、請求項2の発明においては高さのダイナミックレンジが広く、測定精度がよく、かつ細密な位置における高さ情報を得ることが可能である。

【0013】以下、実施例を示し、さらに詳しくこの発明について説明する。

【0014】

【実施例】

実施例1

検査対象、検査装置および画像処理装置は従来例と同様に、各々、図1、図2、図3に例示したものとした。ただ、照明装置の構造は従来例とは若干異なっている。この点については後述する。検査対象物はテレビカメラに対して相対的に等しい位置となるように検査の合間に順次交換されるテレビカメラに撮像される対象物の画像は常に同一の位置にある。テレビカメラと照明、対象物の位置関係は、図6に示す通りである。

【0015】この発明の実施例における検査手順を示したものが図9である。そこで、以下、図9を用いて説明する。図9の「パターン投影手段」(90)は照明装置により対象物上にパターンを形成する手段である。照明装置は図10に示す構成となっている。すなわち、照明光源(100)より発せられた光を凸レンズ(101)、凹レンズ(102)により対象物上に結像する仕組みである。照明光源(100)と凸レンズ(101)、凹レンズ(102)はともに鏡筒(103)に組み入れられている。照明光源(100)は図11に示すような縦8×横8個のLEDドット光源(110)により構成されており、各LEDは個別に点滅可能である。平面上に投影されるパターンは、図12に示すような格

子点上に並んだドットマトリックスとなる。

【0016】また図9に示した「画像入手手段」(91)では、ドットパターンを投影された対象物の画像をテレビカメラにより撮像する。撮像された画像をA/D変換し、画像メモリに蓄積するまでの工程は従来例と同様である。「パターン位置検出手段」(92)は予め設定された各パターン検出範囲内でのパターン検出を行う。パターン位置は濃度のピーク点、つまりパターン検出範囲内で最大の濃度となる画素の位置を検出する。たとえばパターン検出範囲内の画素濃度が図13で示されるとおりであった場合を考えてみると、同図は、画素濃度(130)を表し、最大濃度となる画素濃度値は197であり、従って、図中のx方向のパターン位置座標は6となる。パターン検出範囲は1つのパターンの可動範囲を包括し、かつ他のパターンの入らない範囲となるように前もって決定しておく。これを図14を用いて説明する。

【0017】図14におけるパターン(140)、(141)、(142)は検出されるべきパターンであり、対象物の高さに応じてxの方向に移動する。これらのパターンのうちのパターン(140)の位置を検出する範囲の設定の仕方は次の通りである。すなわち、対象物の表面高さが最小でhmin、最大でhmaxとなり得るとし、hminおよびhmaxであった場合のそれぞれにおけるパターン(140)の位置となる画素の座標をpmin、pmaxとする。つまり、パターン(140)の移動範囲はpmin～pmaxである。同様に決定されるパターン(141)の移動範囲をqmin～qmax、パターン(142)の移動範囲をrmin～rmaxとする。このとき、パターン(140)の検出範囲はpmin、pmaxを含み、qmin、qmax、rmin、rmaxを含まない範囲として(143)のように設定を行う。

【0018】パターン検出範囲は対象物であるグリースの塗布範囲に応じて、たとえば図15のように設定す

$$T(X) = 1 / (1 + e^{Xp(-X)}) \quad (3)$$

【0021】入力ユニットの数は設定されたパターン検出範囲の数に等しく、ここでは20である。出力ユニットの数は2であり、出力ユニット(165a)からの出力をyok、出力ユニット(165b)からの出力をyngとする。判定はyok>yngkの場合良品、それ以外の場合は不良品とする。ニューラルネットワークは良品と不良品それぞれ各1通り以上の学習用の画像を提示し、良品を撮像した画像をもとに検出された前述のパターン位置を入力としたときに、出力ユニット(165a)からの出力値yokが1、出力ユニット(165b)からの出力値yngは0となるように、逆に不良品を撮像した画像より検出されたパターン位置を入力としたときに、出力値yokが0、出力値yngは1となるように学習を行って

おく。学習は学習用の画像より得られるデータに関して

る。投影パターン(150)は塗布平面上では図のような位置にあり、塗布物(151)の存在により投影される高さが高くなるに比例してxの方向に移動する。パターン検出範囲(152)を前記の方法に従って、高さ計測を行う塗布物の存在範囲に応じて設定する。

【0019】図9に示した「ニューラルネットワークによる良否判定手段」(93)では、各パターン検出範囲にて検出されたパターンの位置を入力し、良否判定結果を出力とするニューラルネットワークにより判定を行う。判定に使用するニューラルネットワークを例示したものが図16である。ニューラルネットワークは3層の階層型で入力層(160)、中間層(161)、出力層(162)であり、それぞれ入力ユニット(163)、中間ユニット(164)、出力ユニット(165a)、(165b)により構成されている。入力層(160)と中間層(161)、中間層(161)と出力層(162)の間の各ユニットは学習により決定される重み係数を持つ結合をしている。また、入力層(160)と中間層(161)にそれぞれ入力を待たずに出力が常に1となるバイアスユニット(166)が1つずつ存在する。中間層(161)の数は処理時間と認識性能がそれぞれ望ましい値となるように試行錯誤で決定する。このようなニューラルネットワークの計算アルゴリズムについては、たとえば(D.E. Rumelhart, G.E. Hinton & R.J. Williams: Learning representations by back-propagating errors; Nature, Vol. 323-9, pp. 533-536(1986))に報告されているものが挙げられる。ニューラルネットワークのユニットにおける入力から出力を生成する伝達関数は式3にT(X)で示すシグモイド関数を用いるため、その出力値が最大値で1、最小値で0となる構造となっている。

【0020】

【数3】

良品と不良品の判別を誤らなくなるまで繰り返し行う。このように、画像の提示により内部構造の決定がなされることがニューラルネットワークを用いる利点であり、この発明での目的である面状に広がりを持つパターンより複数の情報が得られた場合においても、それを用いて判断を行う基準を手間をかけずに決定することが可能となる。

実施例2

つぎにパターン照射手段の光源を切り換えによってパターンの間隔を広くし、表面高さ変化のダイナミックレンジを広くするとともに、複数回のパターン検出により検査対象物上の細かい位置における高さ測定による正確な判別を行った。その検査手順を例示したものが図17である。

【0022】この図17において、「画像入力手段」

(171)は実施例1と同様である。また「良否判別手段」(173)についても実施例1と同様でニューラルネットワークを用いるものとする。「パターン位置検出手段」(172)においても実施例1と同様であるが、パターン切り替えに追従してパターン検出範囲も切り替える必要がある点異なる。また、「パターン位置検出手段」(172)は、パターン切り替え終了後の良否判別手段の直前としてもよいが、画像データを蓄積するメモリの容量が十分でない場合にはパターン位置検出によりパターン位置のデータとした後、パターンの切り替えを行う。「第一パターン照射手段」(170)および「パターン切り替え手段」(174)では、たとえば図11に示したLED光源を図18(a)、(b)に示すような2通りの点灯パターンにて2回に分けて照射を行う。図18(a)(b)中の黒丸(180)は消灯、白丸(181)は点灯するLEDである。つまり、第一パターン照射手段として(a)のパターンの照射を行い、パターン切り替え手段により(b)のパターンの照射を行う。図18(a)、(b)の点灯パターンで投影されるパターンは平面上ではそれぞれ図19(a)、(b)に示すようなパターンとなる。それぞれパターンの検出範囲は図20(a)、(b)の(200)に示すように広く設定することができる。なお、検査対象物の表面高さの変化に伴いパターンはxの方向に移動する。さらに2回にわたって位置のずれたパターン検出を行うことにより検査対象物上の細かな位置の高さ情報を得ることができ、より精密な判定を行うことができる。

【0023】

【発明の効果】以上詳しく説明した通り、この発明により、面状の広がりを持つパターンより複数の情報が得られた場合においても、それを用いて判断を行う基準を手間をかけずに決定することが可能である。またさらに、測定精度がよくかつ細密な位置における高さ情報を得ることも可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】従来例およびこの発明の実施例における検査対象物を表す概略図である。

【図2】従来例およびこの発明の実施例における検査装置を表す概略図である。

【図3】画像処理装置の構成図である。

【図4】従来技術におけるマイコンによる処理方法の説明図である。

【図5】従来技術におけるパターン投影された対象物の説明図である。

【図6】パターン投影された対象物の表面高さ計測の説明図である。

【図7】従来技術におけるパターン投影方法の第一の問題点の説明図である。

【図8】従来技術におけるパターン投影方法の第二の問題点の説明図である。

題点の説明図である。

【図9】この発明の実施例における検査手順の説明図である。

【図10】この発明の実施例における照明装置の概略図である。

【図11】この発明の実施例における照明装置内のLED光源の説明図である。

【図12】この発明の実施例における照明装置により投影されるパターンを表す説明図である。

【図13】この発明の実施例における照射パターンを含む画像データの説明図である。

【図14】この発明の実施例におけるパターン位置検出範囲設定方法の説明図である。

【図15】この発明の実施例における検査対象物に対するパターン位置検出設定例を表す説明図である。

【図16】この発明の実施例に用いるニューラルネットワークの説明図である。

【図17】この発明の実施例における検査手順の説明図である。

【図18】(a)この発明の実施例における第一パターンを生成するLEDの点灯パターンの図(b)この発明の実施例における第一パターンより切り替えられたLEDの点灯パターンの図である。

【図19】(a)図18(a)のLEDの点灯パターンにより平面上に照射されるパターン図(b)図18

(b)のLEDの点灯パターンにより平面上に照射されるパターン図である。

【図20】(a)図19(a)の照射パターンに対して設定するパターン検出範囲の説明図(b)図19(b)の照射パターンに対して設定するパターン検出範囲の説明図である。

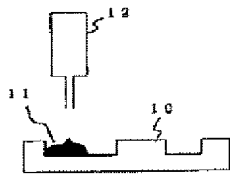
【符号の説明】

- 10 機械部品
- 11 グリース
- 12 ディスペンサ
- 20 検査対象物
- 21 テレビカメラ
- 22 照明装置
- 23 画像処理装置
- 24 外部機器
- 30 画像処理装置
- 31 A/D変換器
- 32 画像メモリ
- 33 マイコン
- 34 I/O
- 40 パターン位置検出手段
- 41 高さ計算手段
- 42 良否判別手段
- 43 検査基準決定手段
- 50 塗布物

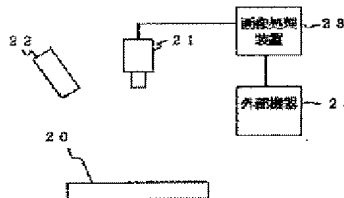
51 照射パターン
 60 検査対象物
 61 テレビカメラ
 62 照明装置
 63 パターン移動方向
 80 パターン
 81 パターン位置検出範囲
 82 パターン
 90 パターン投影手段
 91 画像入力手段
 92 パターン位置検出手段
 93 ニューラルネットワークによる良否判別手段
 100 照明光源
 101 凸レンズ
 102 凹レンズ
 103 鏡筒
 110 LEDドット光源
 130 画素濃度
 140 パターン
 141 パターン

142 パターン
 143 パターン検出範囲
 150 投影パターン
 151 塗布物
 152 パターン検出範囲
 160 入力層
 161 中間層
 162 出力層
 163 入力ユニット
 164 中間ユニット
 165a 出力ユニット
 165b 出力ユニット
 166 バイアスユニット
 171 画像入力手段
 172 パターン位置検出手段
 173 良否判定手段
 174 パターン切り替え手段
 180 消灯するLED
 181 点灯するLED
 20 200 パターン検出範囲

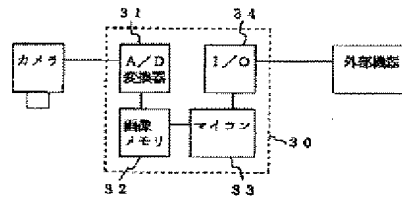
【図1】



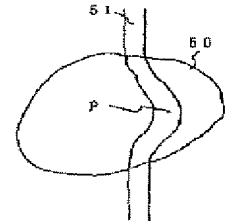
【図2】



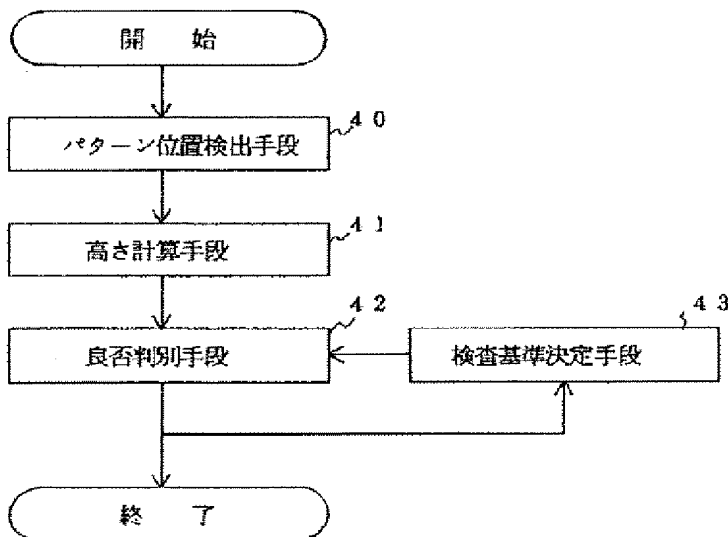
【図3】



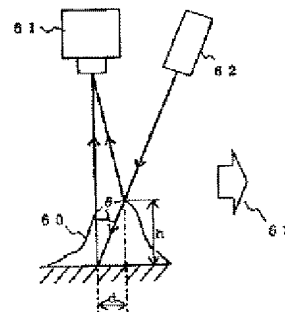
【図5】



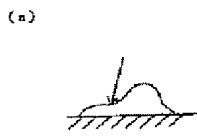
【図4】



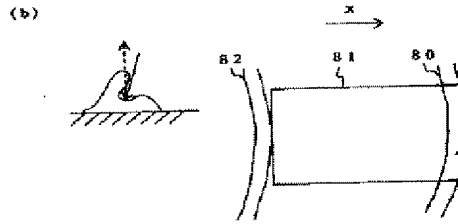
【図6】



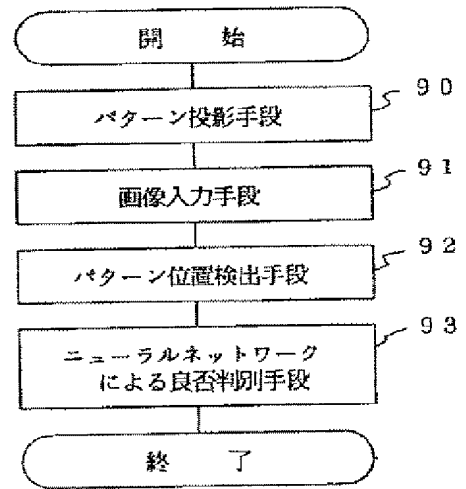
【図7】



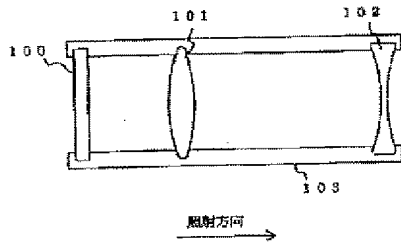
【図8】



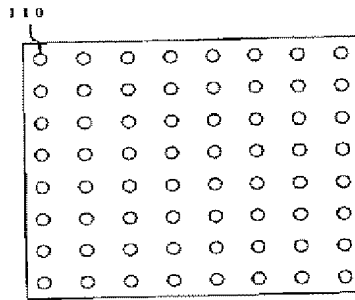
【図9】



【図10】



【図11】

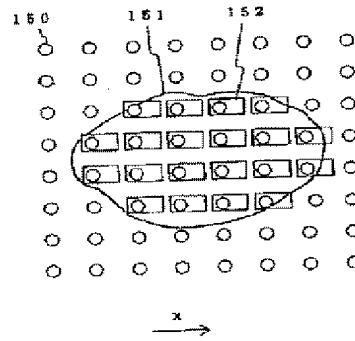


【図13】

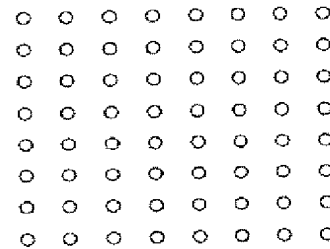
120

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
1	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44
2	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56
3	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68
4	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
5	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92
6	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104
7	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116
8	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128
9	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140
10	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152
11	153	154	155	156	157	158	159	160	161	162	163	164

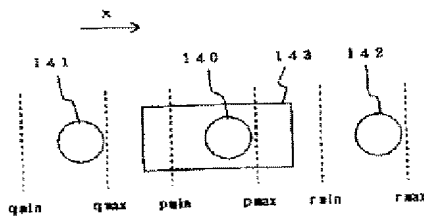
【図15】



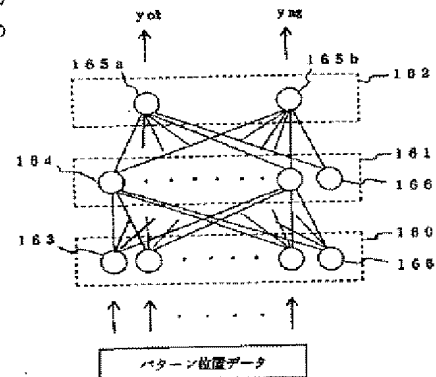
【図12】



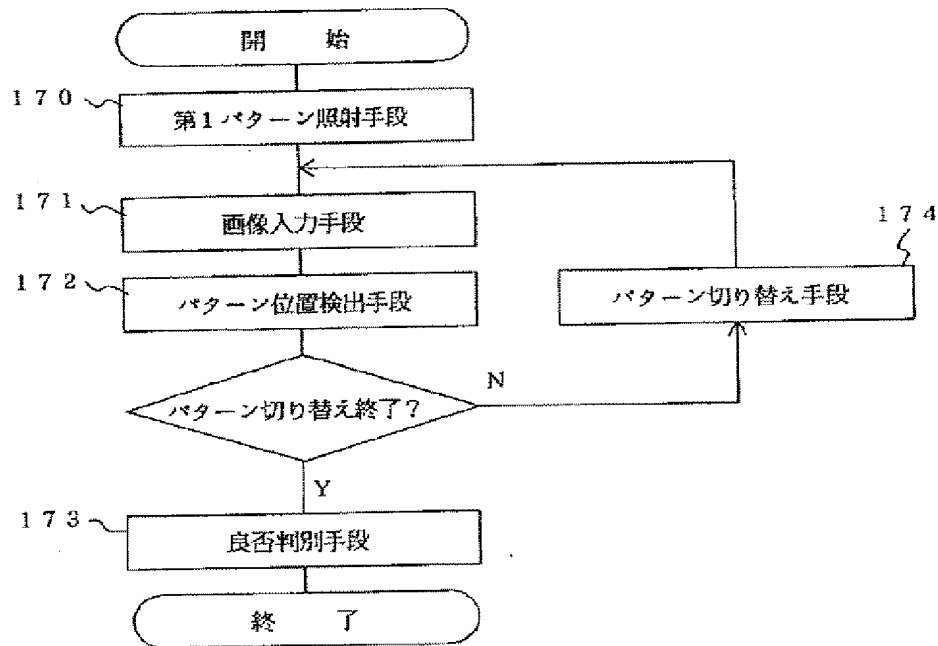
【図14】



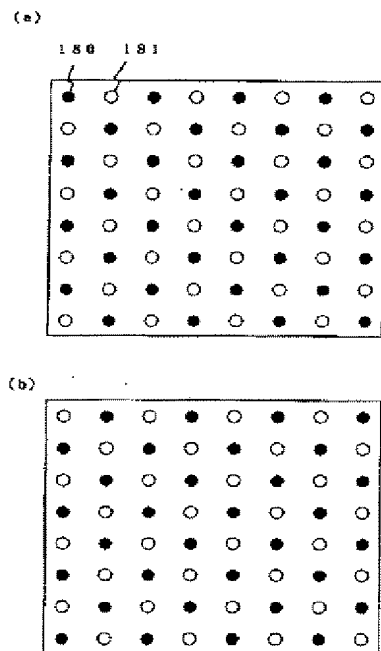
【図16】



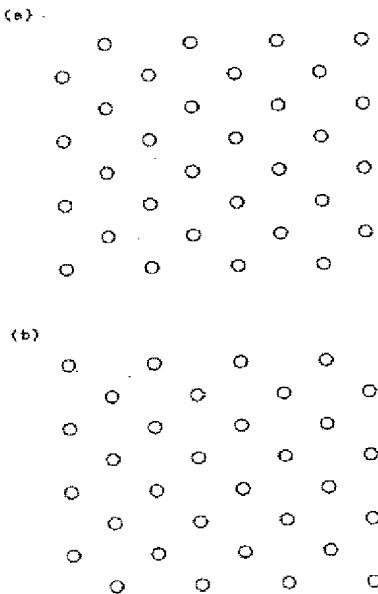
【図17】



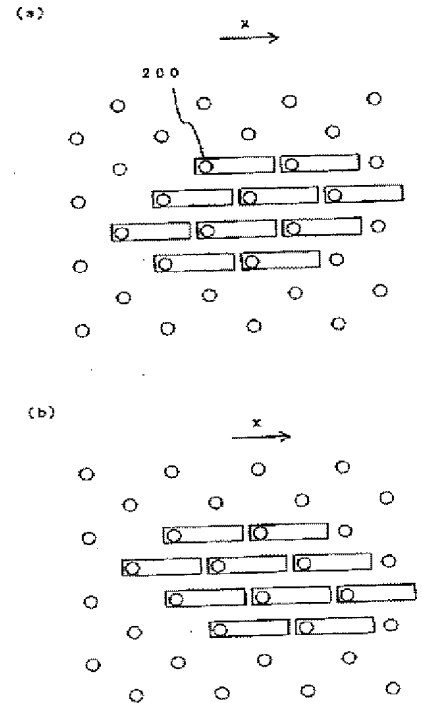
【図18】



【図19】



【図20】



フロントページの続き

(51)Int. Cl. ⁶

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

G 0 6 F 15/64

M